

国際協力による宇宙科学ミッション の推進：Astronomy & Astrophysics

山田亨
(JAXA宇宙科学研究所)

2030年代の 国際スペースミッション

Strategic *L-class* missions with HIIA/H3



#3 SPICA
(ESA-led)

Large-size #2
Selection:
LiteBIRD, Solar-
Power-Sail Trojan

#1 Martian Moons
eXplorer (MMX)



Strategic Large Missions
(~300M\$ class) for JAXA-
led flagship science
mission with HIIA/H3
vehicle (~3 in ten years)



FY2024

X-Ray Astronomy
Recovery Mission

FY2020

3

Space Science Mission Roadmap



- SPICA 後を牽引する宇宙物理のスペース将来計画はなにか？どのような準備をするべきか？
- **2030年代の大型計画を牽引する科学とは？**
- TMT 後にさらに地上の大型計画を目指すのか？
(SKA、Next Generation ALMA...?)
- 限られた予算規模で、日本主導の先鋭的なミッションと**国際大型計画への参加**をどのように両立させるのか？
あるいは、どちらを優先するのか？

宇宙研における Visionary Survey



- 宇宙物理学分野の工程表展望：現況
 - ・各分野目標・戦略・工程表
(RFI へのレスポンス)のとりまとめと理解
 - ・宇宙研の視点におけるロードマップ(案)
(宇宙物理・満田研究総主幹、他とりまとめ)
- 2030年代にまたがるロードマップと戦略とは？
- 理工学委員会の20年委員会による検討へ

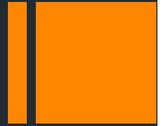
天文・宇宙物理学分野における
宇宙科学ミッションの目指すべき大目標



宇宙の物質と空間の起源 宇宙における生命の可能性

「コミュニティからの目標・戦略・工程表 から、
宇宙科学の実行戦略へ」

宇宙の物質と空間の起源



- インフレーション仮説の実証と宇宙構造の起源の解明
- 宇宙の基本構造を作る物質・エネルギーの解明
(暗黒物質、暗黒エネルギー)
- 初期密度ゆらぎから現在の多様な宇宙構造の形成過程の解明

宇宙最初期における星・BH・銀河形成と宇宙最電離期

銀河形成・進化課程／銀河・巨大ブラックホール共進化

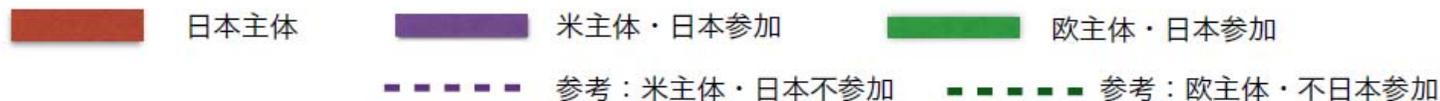
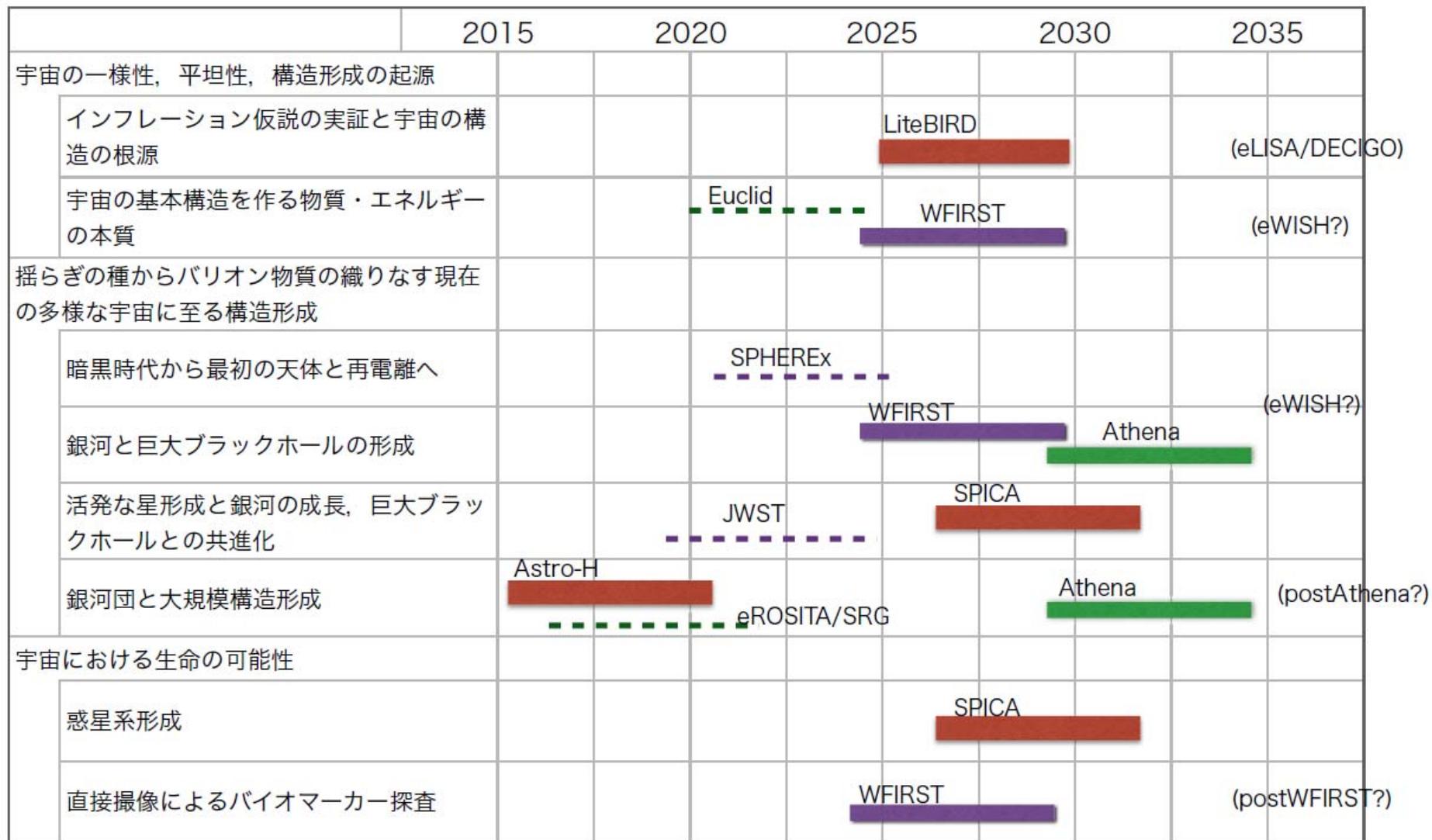
銀河団・大規模構造の形成課程

宇宙における生命の可能性



- 惑星系形成過程およびその多様性の理解
- 直接観測による生命の兆候(バイオマーカー)の検出

戦略的中型規模でまとめると:



宇宙研 理工学委員会



宇宙科学の今後20年の構想を検討する委員会 (「通称20年委員会」)

9月の理工学委員会で一時報告の予定

理学

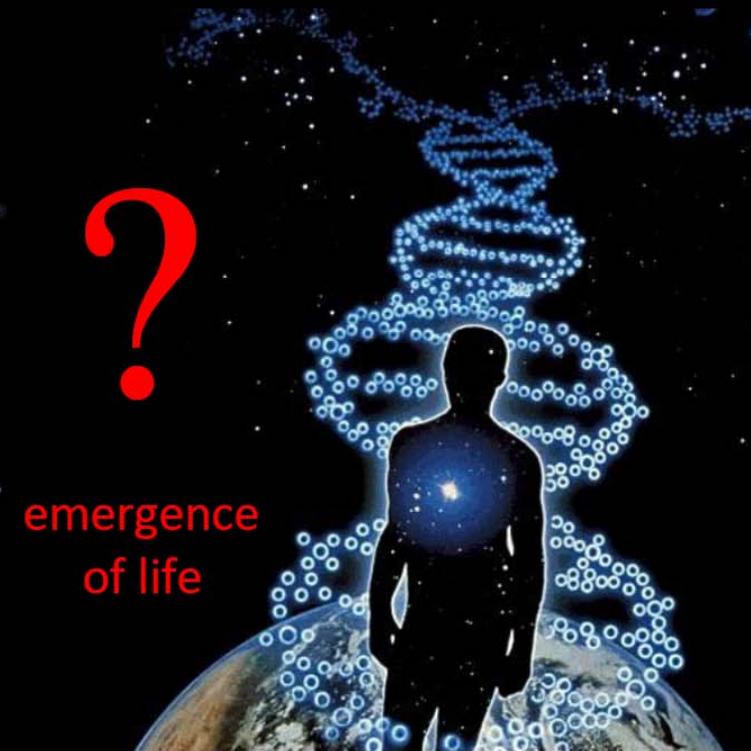
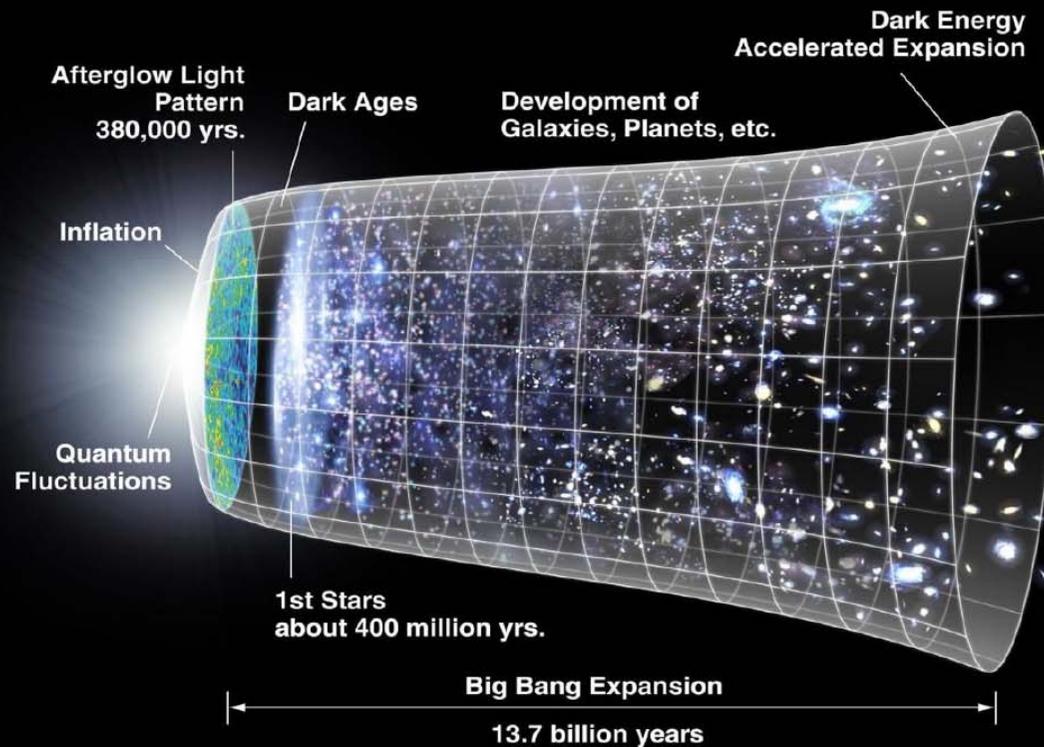
三好由純(名古屋大)
関根康人(東大)
金田英宏(名古屋大)
米徳大輔(金沢大学)
住貴宏(大阪大)
矢野創(ISAS)
清水敏文(ISAS)
山崎典子(ISAS)

工学

船瀬龍(東大)
木村真一(理科大)
笠原次郎(名古屋大)
姫野武洋(東大)
津田雄一(ISAS)
福田盛介(ISAS)
野中聡(ISAS)
船木一幸(ISAS)

2030: 観測天文学の行く先は？

"for the first time observationally tackle the evolution of the Universe in order to relate causally the physical condition during the Big Bang to the development of RNA and DNA"
Giacconi 1996



From M. Mountain's slide (2017 July)

“Cosmology has driven the construction of big telescopes for the past 100 years. The search for life will drive the construction of big telescopes for the next 100 years” -
Chas Beichmann

From D. Spergel's slide (2017 July)

- 光赤天連は必ずしも必要ではないかもしれない。将来計画を波長ごとになおけて論じる意味は残るのか？
- 一方、光赤外波長は次世代の天文学を牽引する「地球型系外惑星のキャラクターリゼーション」「地球型系外惑星大気研究」そして「生命活動の兆候 (Bio Signature)」を求める上で、中心となる波長帯だろう。

国際大型ミッションへの道のり

NASA Astrophysics STDT 活動への参加

■ NASA Astrophysics Future Missions Science Technology Definition Team の活動

- Decadal Survey 2020 へのインプットを念頭
- 活動の内容はコミュニティ主導
- ISAS/JAXA から 4 つの STDT へオブザーバを派遣
公募による応募者から NASA に推薦

NASA Astrophysics STDT 活動への参加

<https://science.nasa.gov/astrophysics/2020-decadal-survey-planning>



LUVVOIR
(紫外・可視・赤外)
Large UV/Optical/Infrared Surveyor

- Home
- Science
- LUVVOIR Flyer
- Technology
- Seminars
- Events
- Meet the Team
- Working Groups

Images & Videos



Keep the LUV
in LUVVOIR!

LUVVOIR bumper sticker, courtesy of John O'Meara



NASA Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

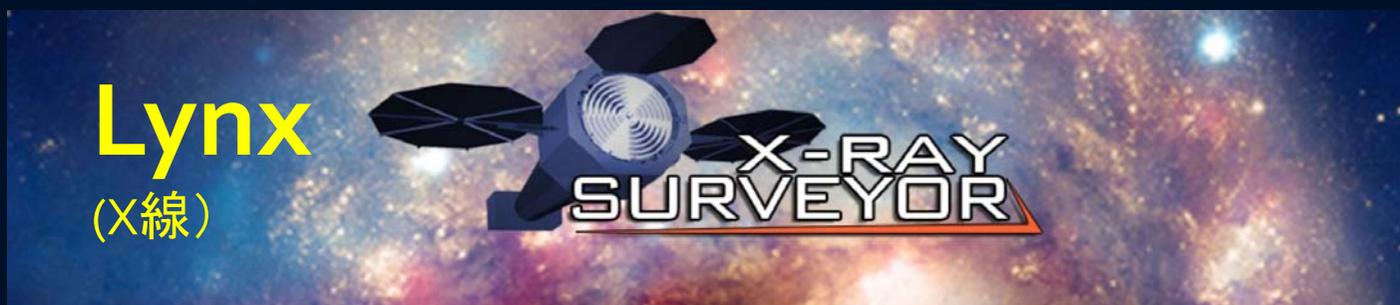
HubEx
(系外惑星)

Habitable Exoplanet Imaging Mission (HabEx)



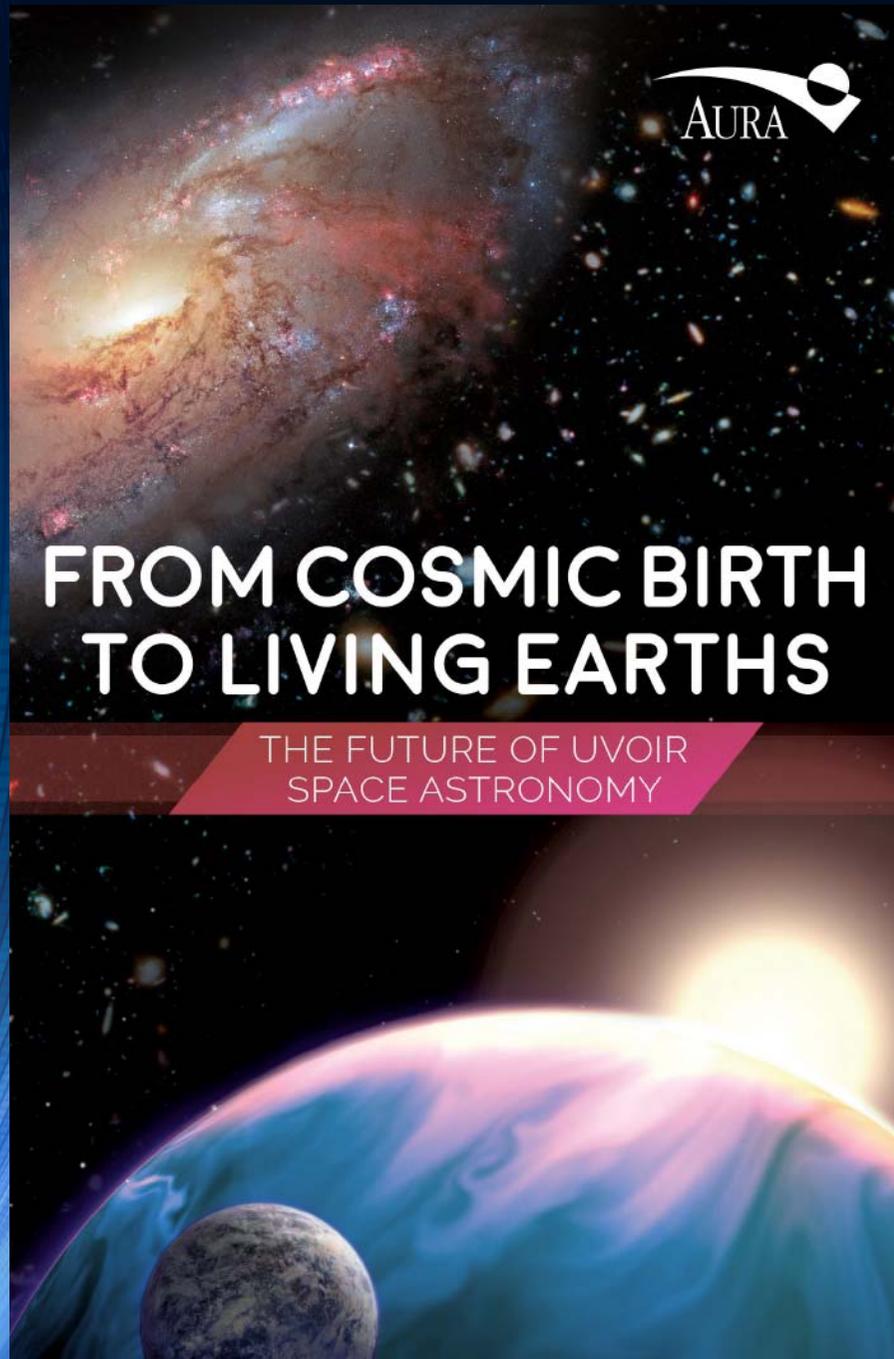
OST
(中間・遠赤外)

Origins Space Telescope



Lynx
(X線)

X-RAY SURVEYOR



AURA HDST report (Dalcanton+ 2015)

For the first time in history, humans have reached the point where it is possible to construct a revolutionary space-based observatory that has the capability to find dozens of Earth-like worlds, and possibly some with signs of life. This general purpose, long-lived facility would be the prime tool for generations of astronomers, producing transformational scientific advances in every area of astronomy and astrophysics from black hole physics to galaxy formation, from star and planet formation to the Solar System. The associated inspirational public impact will likely exceed that of all other current and past astronomical endeavors.

2017.7.17-19

**Kavli IAU workshop on global coordination
of ground and space astrophysics: Future
space based optical/UV/IR telescopes**



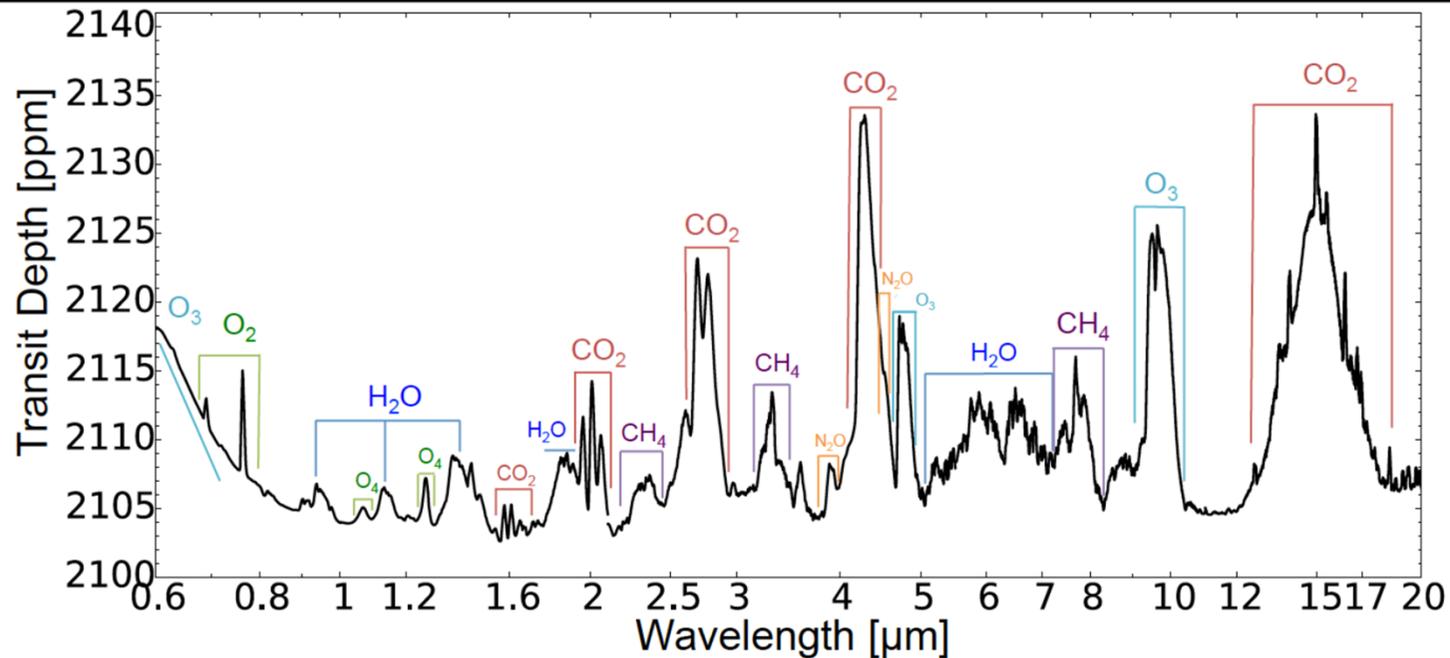
~50名、米、欧、日、中、露、豪、南ア、ブラジル、イスラエル

2030年代の超大型国際スペースミッション (UVOIR) のSCIENCE DRIVER

**Exoplanets: search for signs of life on
habitable planets around solar-type stars**

From the workshop summary

Modern Earth orbiting an M5V



Features at 2-30 ppm. Water vapor seen at the few ppm level.

Transmission model (includes refraction) from Misra et al., (2014)

Model is cloud-free, however continuum corresponds to 8km above the planetary surface, likely above any actual cloud deck.

Slide Courtesy of Prof. Victoria Meadows

OTHER SCIENCE CASES

Exoplanets formation, evolution

- Young embedded planets
- Non-habitable planets: origin/evolution

Far extragalactic

- Baryon cycle (UV)
- First light

Nearby galaxies ($z < 2$)

- Galactic archeology out to Coma
- IGM/CGM mapping / Cosmic web (UV)
- Origin/evolution elements (UV)

Massive stars (UV)

GW counterparts / transients

Proper motions

From the workshop summary

2030年代の超大型宇宙望遠鏡

主鏡口径：10m以上（系外惑星観測）

基本波長帯域：100nm – 2.5 μ m (5 μ m)

- ・ 地球型系外惑星観測：基本は可視～近赤外
- ・ 10 μ m 帯も重要だが、長波長では冷却が必要
→ おそらく倍のコストが必要？
- ・ 紫外線はこれまで達成されていないサイエンス
- ・ 紫外線と冷却赤外との両立は可能か？
(コーティング)

宇宙飛行士によるサービス

- ・ 太陽地球-L2 → 地球月L2に飛行
(イオンエンジン)

Next steps

- **Various countries need to get together regularly**
- **Role of IAU → GA 2018 Focus Meeting**
IAU brings people together, does not endorse

From the workshop summary

是非、光赤天連で活発な議論を！

- SPICA 後を牽引する宇宙物理のスペース将来計画はなにか？どのような準備をするべきか？
- **2030年代の大型計画を牽引する科学とは？**
- TMT 後にさらに地上の大型計画を目指すのか？
(SKA、Next Generation ALMA...?)
- 限られた予算規模で、日本主導の先鋭的なミッションと**国際大型計画への参加**をどのように両立させるのか？
あるいは、どちらを優先するのか？